

УДК 681.865.8

П.І. Карасьов, студент гр. ПБ-9Імп, к.т.н., доц. Стельмах Н.В.

КПІ ім. Ігоря Сікорського

АВТОМАТИЗАЦІЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

Анотація. В статті розглянуто структуру систем керування безпілотними літальними апаратами та представлено елементи вдосконалення схем керування безпілотниками, а саме функціональна схема системи управління БПЛА та блок-схема комплексування модуля магнітометрів, пірогоризонта та модуля GPS/ГЛОНАСС

Ключові слова : БПЛА, система управління, автоматизація, стабілізація, керування.

ВСТУП

Ефективне функціонування безпілотних літальних апаратів в складі аеромобільних комплексів, забезпечується автоматичною системою керування (САК), що забезпечує виконання наступних завдань:

- забезпечує необхідні динамічні властивості безпілотного літального апарата;
- стабілізує кутове положення;
- автоматизує траєкторне керування.

Система керування БПЛА в не залежності від галузі використання, та сфери діяльності в якій застосовують безпілотник, повинна бути стійкою в експлуатації. Стійкість системи управління БПЛА визначається, як здатність системи керування БПЛА продовжувати справно виконувати свої функції, навіть за наявності пошкоджень в різних частинах СК БПЛА. Такі завдання вирішуються за допомогою дворівневої організації керування, при якій другий рівень керування адаптований до певних умов. Цю адаптацію можна представити як перебудову параметрів або перехід до нової структури системи керування першого рівня. Другий рівень це програмне забезпечення, здатне при відмовах будь-яких систем вибирати альтернативні алгоритми управління для продовження польоту, його також називають «інтелектуальний» модуль авіоніки.

Авіоніка БПЛА - комплекс апаратно-програмних засобів, що знаходяться на борту безпілотного літального апарату, тобто бортова апаратура керування (БАК), що забезпечує справне виконання всіх режимів польоту. Авіоніка приймає сигнал від наземної системи керування через спеціальний радіоканал зв'язку з наземною апаратурою керування (НАК). Безпілотний літальний апарат, як об'єкт керування, кермові приводи органів управління, БАК і НАК утворюють систему автоматичного керування (САК) БПЛА. Функціональна схема системи управління БПЛА приведена на рисунку 1.

Бортова і наземна апаратура управління повинна забезпечити такі режими польоту БПЛА:

- зліт і посадка в автоматичному режимі (можливі також ручний режим зльоту і посадки з управлінням по радіоканалу оператором);
- політ в напіваавтоматичному режимі з управлінням по радіоканалу з коригуванням дій оператора бортовою апаратурою керування (БАК);

- політ в автоматичному режимі по контрольним точкам з одночасною посилкою телеметрії на наземну апаратуру керування (НАК).

РЕЖИМИ УПРАВЛІННЯ ПОЛЬОТОМ

В ручному режимі оператор, візуально оцінюючи поведінку (стан) БПЛА, за допомогою НАУ відхиляє органи управління (кермо, органи управління двигуном), що приводяться в рух сервоприводами. Напівавтоматичний режим можливий в радіусі дії радіоканалу, який для малорозмірних БПЛА без застосування спеціальних радіоантен знаходиться в межах 2500 м.

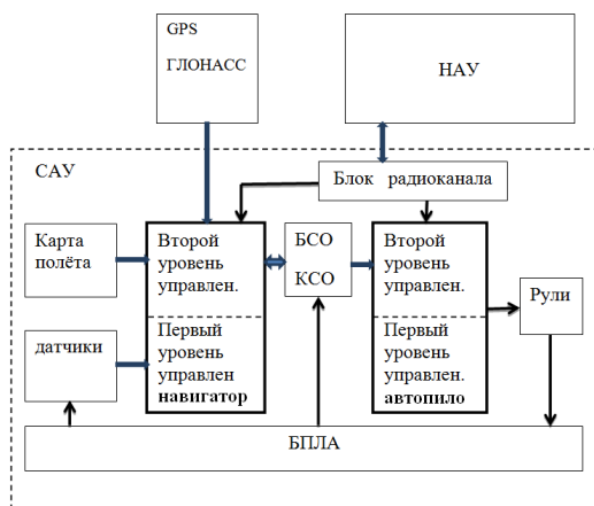


Рисунок 1 - Функціональна схема системи управління БПЛА

Напівавтоматичний режим управління в даному випадку здійснюється за допомогою інформації про просторове положення БПЛА, одержуваної по радіоканалу і відображається на віртуальній приладовій панелі НАК. Дії оператора в цьому режимі управління коригуються САК, яка виконує функції автопілота, що не допускає потенційно небезпечних параметрів руху БПЛА.

У напівавтоматичному режимі САК БПЛА забезпечує два інформаційних потоки через радіоканал:

- від блоку ручного управління до пристрою управління автопілота;
- від датчиків і системи орієнтації через модуль навігатор, інтерфейс телеметрії на пристрій візуалізації параметрів польоту.

У напівавтоматичному режимі польоту БПЛА модуль автопілота здійснює контроль за командами НАК:

- отримує по радіоканалу команду від НАК;
- отримує поточну інформації про кутовий орієнтації БПЛА і кутових швидкостях по двох осях (кут крену і кут тангажа) від системи орієнтації. При цьому використовується комплексування систем орієнтації.

В автоматичному режимі польоту керування відбувається за системою "наведення стабілізація". Модуль навігатора виконує команду наведення (що включає потрібний напрямок польоту та поточний напрямок польоту, обчислений за сигналами систем орієнтації, навігації та датчиків).

КОМПЛЕКСУВАННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ

Крім траекторного керування, зазвичай, здійснюються кутова стабілізація і керування кутовим положенням БПЛА. Найважливішими завданнями при створенні такого керування БПЛА- це забезпечення стійкості руху на всіх режимах польоту з урахуванням усіх можливих перешкод та відхилень, досягнення точності виконання цільового призначення літального апарату та забезпечення живучості системи керування при заданих відмовах, викликаних зовнішнім впливом, в системі керування.

При польоті в автоматичному режимі, безпілотною повинен літати на малих висотах з можливістю підлаштовуватися під рельєф місцевості. При цьому повинна бути забезпечена висока точність дотримання висоти в межах трьох метрів. Створення інтелектуальної системи автоматичного керування БПЛА, ядром якої є бортова апаратура керування (Авіоніка), можливо тільки при використанні в системі керування інтегрованої системи орієнтації та налаштування коефіцієнтів автопілота на задані режими польоту БПЛА. Зокрема, повинні бути передбачені варіанти виходу з критичних режимів польоту, наприклад з крену, який може виникнути внаслідок пориву вітру при здійсненні маневру по розвороту.

Основна мета комплексування (об'єднання) систем орієнтації і навігації полягає в підвищенні точності визначення навігаційних і кутових параметрів орієнтації БПЛА. Це дозволяє реалізувати фільтр Калмана для оцінки систематичних помилок X , Y , Z , магнітних датчиків. Такий спосіб комплексування підвищує точність визначення кутів тангажу θ і крену γ і усуває помилки, пов'язані з наявністю залишкових некомпенсованих магнітних перешкод і помилку, обумовлену кутом ковзання БПЛА.

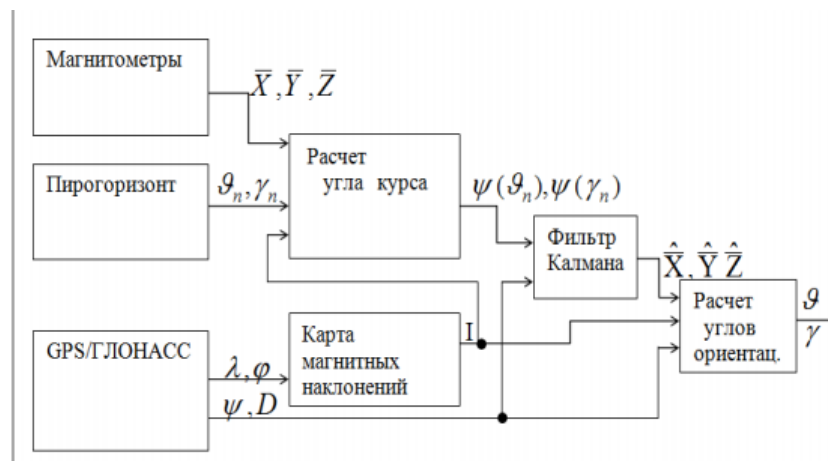


Рисунок 2. Блок-схема комплексування модуля магнітометрів, пірогоризонт і модуля GPS / ГЛОНАСС

ВИСНОВКИ

Використання методів оптимальної калманівської фільтрації передбачає, що параметри стохастичного опису збурень і помилок вимірювань відомі точно. На практиці, в разі невизначеності параметрів, настройка фільтра виробляється на апіорні моделі збурень і помилок вимірювань, що призводить

до додаткових втрат в точності оцінювання. В цьому випадку ковариаційна матриця не є оцінкою точності вектора стану, тобто фільтр неправильно формує точнісну характеристику (ковариацію помилки оцінювання) разом з оцінкою вектора стану. Для підвищення точності вектора стану, разом з калмановської фільтрацією розроблений алгоритм нейромережевої апроксимації довільної щільності розподілу ймовірності. Нейромережі можуть навчатися на реальних вимірах, а не на моделі похибок, що дозволяє обійти невизначеності моделі.

Перспектива в розробці САК БПЛА полягає в створенні "інтелектуальної" авіоніки, з програмним забезпеченням, що здатне при відмовах будь-яких систем вибирати альтернативні алгоритми керування для продовження польоту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Распопов В. Я. Микросистемная авионика. Тула: «Гриф и К», 2010.-248с.:
- [2] Н.А.Северцев, А.Н.Катулев. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности. Тверь 1999.
- [3] А.В.Бецков Формирование и функционирование аэромобильных комплексов МВД России. М.: ТЕИС, 2010.
- [4] Осовский С. Нейронные сети для обработки информации. М.: Финансы и статистика, 2002.
- [5] Хайкин, Саймон. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. англ. М. Издательский дом "Вильямс", 2006. 1104 с.: ил.Парал. тит. англ.
- [6] В.Г.Курбанов. Математические методы в теории управления. Санкт-Петербург 2009.
- [7] В.А.Чулюков, И.Ф.Астахова, А.С.Потапов, И.Л.Каширина, Л.С.Миловская, М.В.Богданова, Ю.В.Просветова. Системы искусственного интеллекта. Практический курс. М.: Бином. Лаборатория знаний .2008.